

CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE BUENAS PRÁCTICAS
PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ESPECÍFICOS DE LA EMPRESA
AVIDESA DE OCCIDENTE S. A.

MARIO GERMAN ZAMBRANO CONCHA

TRABAJO DE GRADO

Ph.D. CARLOS ALBERTO MONTILLA M.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
PEREIRA
2020

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Pereira, Risaralda.

2020

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	7
1.1.Resumen	7
1.2.Justificación	8
1.3.Antecedentes teóricos y prácticos	9
1.3.1.Buenas practicas	9
1.3.2.Buenas prácticas de mantenimiento en la empresa.....	9
1.4.Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	10
1.5.Ejecución de buenas prácticas en la planta	11
1.6.Planteamiento del problema	12
1.6.1.Situación diagnosticada	12
1.6.2.Identificación	12
1.6.3.Causa	12
1.6.4.Consecuencia	12
1.7.Objetivos	13
1.7.1.Objetivo general.....	13
1.7.2.Objetivos específicos	13
1.8.Metodología	14
1.8.1.Primer etapa (Recopilar)	14
1.8.2.Segunda etapa (Elaborar)	14
1.8.3.Tercera etapa (Ejecución)	14
1.8.4.Cuarta etapa (Verificación y mejoramiento)	14
2. Descripción de la planta	15
2.1.Avidesa de occidente S.A.....	15
2.2.Descripción del proceso	16
2.3.Estructura del departamento de mantenimiento	17
3. Buenas practicas.....	19
3.1.Recopilación.....	19
3.2.Mantenimiento 1. Maquina peladora de cuerpos CANTRELL	19
3.3.Mantenimiento 2. Maquina peladora de cuerpos CANTRELL	21
3.4.Mantenimiento 3. Maquina tridecanter	23
3.5.Elaboración de protocolos de buenas prácticas	24
3.5.1. Instructivos de Instalación de Rodamientos.....	24
3.5.1.1.Pasó a paso de instalación de rodamientos con el inductor	25

3.5.1.2.Pasó a paso de la instalación de rodamientos con el kit para instalar de rodamientos	32
3.5.1.3.Pasó a paso de la instalación de rodamientos con prensa	37
3.6.Como seleccionar adecuadamente el método para el montaje de rodamientos ..	41
3.7.Mapa de lubricación	43
3.8.Ejecución	45
3.8.1. Mantenimiento Tridecanter	46
4. Conclusiones	51
5. Recomendaciones.....	52
6. Bibliografía	53

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proceso esquemático del plan de buenas prácticas de mantenimiento	11
Ilustración 2. Proceso esquemático de la planta AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.	17
Ilustración 3. Organigrama de estructura de mantenimiento electromecánico de la planta AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.....	18
Ilustración 4. Mantenimiento 1 Rodamiento 6304.....	19
Ilustración 5. Falla 27 Carga radial-axial combinada de un rodamiento rígido de bolas FAG [2].....	20
Ilustración 6. Mantenimiento 2. Rodamiento 6304.....	21
Ilustración 7. Falla 38 Cojinetes desalineados FAG [2].....	22
Ilustración 8. Mantenimiento Tridecanter, rodamiento NU 217	23
Ilustración 9. Zona de trabajo limpia.....	26
Ilustración 10. Comparación de rodamiento viejo y rodamiento nuevo.....	26
Ilustración 11. Sacada del manual de montaje de schaeffler [4]	27
Ilustración 12. Ejemplo	28
Ilustración 13. Vástagos con rodamiento.....	29
Ilustración 14. Aplicar vaselina	29
Ilustración 15. Sensor de temperatura al rodamiento	30
Ilustración 16. Instalar rodamiento	31
Ilustración 17. Zona de trabajo limpia	33
Ilustración 18. Comparación de rodamiento viejo y rodamiento nuevo.....	33
Ilustración 19. Ejemplo de selección de buje.....	34
Ilustración 20. Acercar rodamiento	35
Ilustración 21. Acercamiento el kit de instalación de rodamiento.....	35
Ilustración 22. Montaje de rodamiento.....	36
Ilustración 23. Zona limpia de trabajo	38
Ilustración 24. Comparación de rodamiento viejo y rodamiento nuevo.....	38
Ilustración 25. Acercar Rodamiento	39
Ilustración 26. Apoyo correcto.....	40
Ilustración 27. Ajuste de rodamiento	41
Ilustración 28. Mapas de lubricación	44
Ilustración 29. Tridecanter.....	46
Ilustración 30. Diagrama esquemático del Tridecanter	47
Ilustración 31. Montaje del rodamiento con el kit para instalar rodamientos	48
Ilustración 32. Montaje de rodamientos con el inductor	49
Ilustración 33. Montaje de rodamiento con prensa hidráulica.....	50

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Herramientas</i>	25
<i>Tabla 2. Materiales</i>	25
<i>Tabla 3. Herramientas</i>	32
<i>Tabla 4. Materiales</i>	32
<i>Tabla 5. Herramientas</i>	37
<i>Tabla 6. Materiales</i>	37
<i>Tabla 7. Método de montaje de rodamiento de acuerdo al tipo de ajuste</i>	42

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Resumen

En este trabajo se crean protocolos de buenas prácticas de mantenimiento enfocados en el aumento de la vida útil de los elementos de rodadura de las máquinas de la empresa AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.; las buenas prácticas de mantenimiento tienen como primer objetivo garantizar un buen funcionamiento de las máquinas racionalizando la utilización de recursos de la empresa. Para el desarrollo de los protocolos se siguieron las etapas de recopilación de información, desarrollo e implementación de los protocolos, se utilizaron recursos de ingeniería y suministros de la empresa. Los resultados de la implementación de estos protocolos no se observarán en el corto plazo, puesto que cambiar las prácticas de mantenimiento requiere de un periodo de adaptación y retroalimentación, mismo que no se corresponde con el de una práctica empresarial.

1.2. Justificación

La empresa AVIDESA DE OCCIDENTE S.A. quiere alcanzar los objetivos asociados a la implementación de buenas prácticas de mantenimiento. Las buenas prácticas de mantenimiento permiten evitar fallas prematuras ocasionadas por una mala instalación de rodamientos en diversos equipos de la planta. La definición y puesta en ejecución de los protocolos requieren de un largo tiempo de preparación, debido a la gran cantidad de equipos, recursos humanos, tecnológicos y económicos que se necesitan. Por lo anterior, se iniciará con protocolos de instalación y mantenimiento enfocados en los elementos de rodadura de las máquinas, según manuales, catálogos de rodamientos y lineamientos de la norma **ISO 286-1** para ajustes y tolerancias. Estos protocolos hacen parte de la misión de alcanzar el estándar de mantenimiento clase mundial MCM garantizando la productividad de los activos mediante los más altos estándares de conocimiento, técnico y humanos.

Se pretende ser reconocidos por la implementación del mantenimiento **CLASE MUNDIAL** a través del logro de los objetivos generales como estratégicos; el presente trabajo es una etapa preliminar o prueba piloto que se debe ejecutar para obtener resultados preliminares, con los cuales evidenciar mejoras y tomar decisiones.

1.3. Antecedentes teóricos y prácticos

1.3.1. Buenas prácticas

Las buenas prácticas de mantenimiento tienen como primer objetivo del mantenimiento industrial, garantizar el buen estado de todos los activos de la fábrica a menor coste. Tanto la capacidad como la calidad de producción dependen de la disponibilidad y la fiabilidad de los equipamientos. Existen diferentes tipos de mantenimiento que permiten implementar una estrategia de mantenimiento sostenible, a condición de considerarlos adecuadamente.

1.3.2. Buenas prácticas de mantenimiento en la empresa

Las buenas prácticas de mantenimiento en la planta AVIDESA DE OCCIDENTE S.A. nacen como una necesidad de mejora. La implementación sistema de mantenimiento Centrado en la confiabilidad RCM trajo consigo la necesidad de mejorar las prácticas de mantenimiento.

1.4. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

El Mantenimiento Centrado en Fiabilidad RCM (*Reliability Centred Maintenance*), es una metodología de gestión de mantenimiento en grandes organizaciones.

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. Los objetivos secundarios, pero igualmente importantes son aumentar la disponibilidad, es decir, la proporción del tiempo que la planta está en disposición de producir, y disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento. El análisis de los fallos potenciales de una instalación industrial según esta metodología aporta una serie de resultados:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos.
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

Las acciones tendentes a evitar los fallos pueden ser de varios tipos:

- Determinación de tareas de mantenimiento que evitan o reducen estas averías.
- Mejoras y modificaciones en la instalación.
- Medidas que reducen los efectos de los fallos, en el caso de que estos no puedan evitarse.
- Determinación del stock de repuesto que es deseable que permanezca en planta, como una de las medidas paliativas de las consecuencias de un fallo.
- Procedimientos operativos, tanto de operación como de mantenimiento.
- Planes de formación. [3]

1.5.Ejecución de buenas prácticas en la planta

Las buenas prácticas de mantenimiento se ejecutarán con base al diagrama mostrado en la ilustración 1.

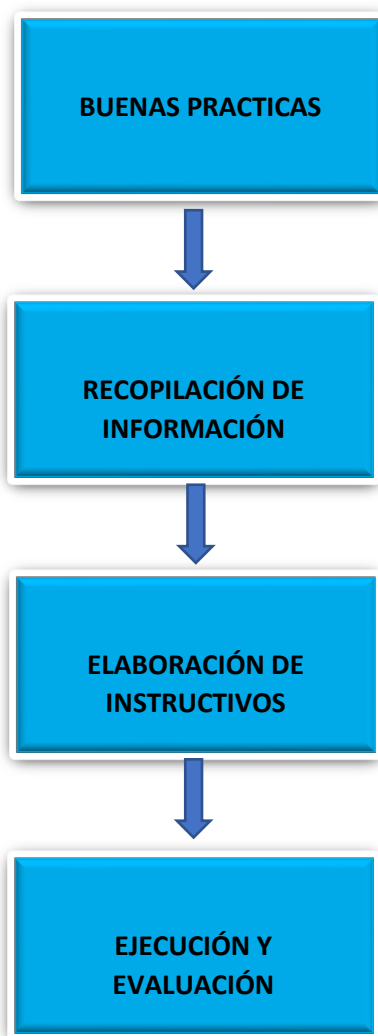


Ilustración 1. Proceso esquemático del plan de buenas prácticas de mantenimiento

1.6.Planteamiento del problema

1.6.1. Situación diagnostica

Actualmente la empresa AVIDESA DE OCCIDENTE S.A. requiere mejorar sus prácticas de mantenimiento, dado que se vienen presentando fallas prematuras en elementos de las máquinas. La empresa cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y predictivo, los cuales permiten evidenciar fallas en elementos de rodadura de las máquinas, debido a las malas prácticas de mantenimiento que actualmente se ejecutan en la planta; dicha situación genera paradas de planta y aumento en los costos de mantenimiento, por tal razón se propone desarrollar e implementar protocolos de buenas prácticas de mantenimiento con base en información de catálogos de fabricantes para el montaje de rodamientos y estándares **ISO 286-1 [1]** para ajustes y tolerancias.

1.6.2. Identificación:

Desde el área de mantenimiento preventivo y predictivo se detectan fallas prematuras en los elementos de rodadura de las máquinas, estas fallas se atribuyen a las malas prácticas de mantenimiento de equipos.

1.6.3. Causas:

Al analizar las recientes fallas presentadas en las maquinas dan como resultado que se están presentando malas prácticas de instalación y mantenimiento de las máquinas.

1.6.4. Consecuencias:

Aumento de costos de mantenimiento, disminución de la vida útil de los equipos y aumento del riesgo.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Crear e implementar protocolos de buenas prácticas de mantenimiento para los equipos específicos de la empresa **AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.**

1.7.2. Objetivos específicos:

- Documentar el acompañamiento en los mantenimientos de los equipos, resaltar los hallazgos que estén relacionados con prácticas que puedan afectar la vida útil de los rodamientos.
- Revisar la existencia y contenido de los manuales de mantenimiento, para los equipos que son atendidos en el taller de la planta beneficio.
- Elaborar instructivos para el montaje de elementos rodantes, en equipos que son intervenidos en el taller.
- Consolidar protocolos de buenas prácticas para el mantenimiento de equipos como motores, bombas y reductores.
- Realizar el acompañamiento en las técnicas (análisis de aceite, análisis de vibraciones mecánicas, termografía y pruebas dinámicas y estáticas en motores eléctricos) que se desarrollan en el área de mantenimiento predictivo, para el reconocimiento y evolución en la condición de operación de los equipos.
- Realizar formatos de inspección para validar la condición operativa de los equipos.
- Realizar capacitaciones al personal mecánico de la planta, sobre buenas prácticas en la instalación y montaje de los rodamientos.
- Realizar formatos de evaluación para validar las competencias adquiridas por el personal mecánico de la planta, en el manejo de las buenas prácticas para el montaje de elementos rodantes.

1.8. Metodología

1.8.1. Primera etapa (Recopilar)

- **Acompañamiento en la ejecución de los mantenimientos:**

Acompañar al personal de mantenimiento de la planta con el fin de recopilar información sobre las prácticas que actualmente desarrolla el personal mecánico, en la ejecución de los mantenimientos de equipos específicos de la planta.

- **Consulta de normas y manuales de mantenimiento**

Consultar normas [1] y manuales de mantenimiento de motores, reductores y fabricantes de rodamientos [2], para el desarrollo de protocolos y formatos de buenas prácticas en el mantenimiento.

1.8.2. Segunda etapa (Elaborar):

- **Crear protocolos de buenas prácticas de mantenimiento**

De acuerdo con la información recopilada, se crearán los protocolos de buenas prácticas de mantenimiento.

1.8.3. Tercera etapa (Ejecución):

- Capacitar al personal de la planta en las buenas prácticas de mantenimiento de acuerdo con los protocolos establecidos.
- Acompañar al personal de la planta en la ejecución adecuada de los protocolos de buenas prácticas de mantenimiento.

1.8.4. Cuarta etapa (Verificación y mejoramiento)

- Aplicar mejora continua a los protocolos de buenas prácticas de mantenimiento.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.

Avidesa de Occidente S.A. es una empresa legalmente constituida en Colombia, dedicada a la producción y comercialización de productos derivados de la industria avícola y su marca Mac Pollo cuenta con presencia en casi todo el territorio nacional. Está ubicada en el municipio de Guadalajara de Buga, Valle del Cauca en el kilómetro 3 vía Buga- Tuluá.

- **MISIÓN:**

Satisfacer las necesidades nutricionales de los consumidores con la mejor calidad, servicio, variedad y precio, de manera eficiente y rentable, comprometidos con el bienestar y el desarrollo de nuestra gente, con responsabilidad con la comunidad y el medio ambiente

- **VISIÓN:**

Estar siempre presentes en la alimentación de la familia colombiana. Para ello debemos:

- Mantener crecimiento sostenible de participación en el mercado y presencia internacional.
- Asegurar la lealtad de nuestros clientes a través de la calidad del producto, de la innovación y de la excelencia en el servicio.
- Tener la mejor productividad optimizando costos con parámetros internacionales.
- Trabajar por procesos articulados, ágiles, eficientes y flexibles, soportados en un sistema de información confiable y completa.
- Mantener el liderazgo tecnológico.
- Atraer, desarrollar y mantener el mejor talento humano.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de producción de productos derivados de la industria avícola se divide en 3 etapas incubación, engorde y fábrica. La incubación busca producir pollo de buena calidad, con base en la aplicación de las mejores prácticas posibles, y con el apoyo de nueva tecnología y maquinaria, Seguidamente continúa el proceso de engorde el cual debe de suministrar oportunamente las aves para su producción según los requerimientos de fábrica; para el engorde , las labores de engorde deben empezar ubicando los pollos en las granjas después del proceso de incubación donde estarán durante el periodo de engorde estas actividades que se realizan bajo estándares ambientales con el fin de causar el menor impacto posible a su zona de influencia y medio ambiente. Por último, el proceso en el cual se va a basar este proyecto, es decir, fábrica y comprende desde la recepción en la fábrica, procesamiento del pollo, hasta el almacenamiento y despacho del producto terminado.

Básicamente el proceso de fábrica mostrado en la ilustración 2. Este proceso se subdivide en las siguientes áreas:

Sacrificio: Matanza y desplumado del pollo, como resultado de esta operación salen: el pollo que alimenta el área de evisceración y subproductos (sangre y pluma) para **Planta harinas**.

Evisceración: El pollo previamente desplumado, pasa por máquinas que lo preparan para la extracción de las vísceras del pollo en el maestro seguido de un lavado interno, como resultado de esta operación salen: el pollo entero que sigue en la línea de producción, las menudencias para **Producción** y las vísceras para ser procesados en **Planta harinas**.

Producción: El pollo es pasado por chiller que enfrían hasta los 18 °C garantizando la calidad, del enfriamiento salen a las líneas de desprese y la línea de pollo entero, como resultado sale el producto terminado y empacado.

Caldera: Área que entrega el vapor necesario para los diferentes procesos de la planta.

Planta Harinas: los subproductos del área de **Sacrificio** y **Evisceración** son procesados como resultado de esto sale la harina base para el concentrado del pollo.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR): las aguas residuales de todo el proceso son tratadas de este proceso salen: Agua con niveles bajos de contaminación, aceite y lodo.

Planta de Tratamiento de Aguas Potable (PTAP): Área que entrega el agua potable a toda la planta.

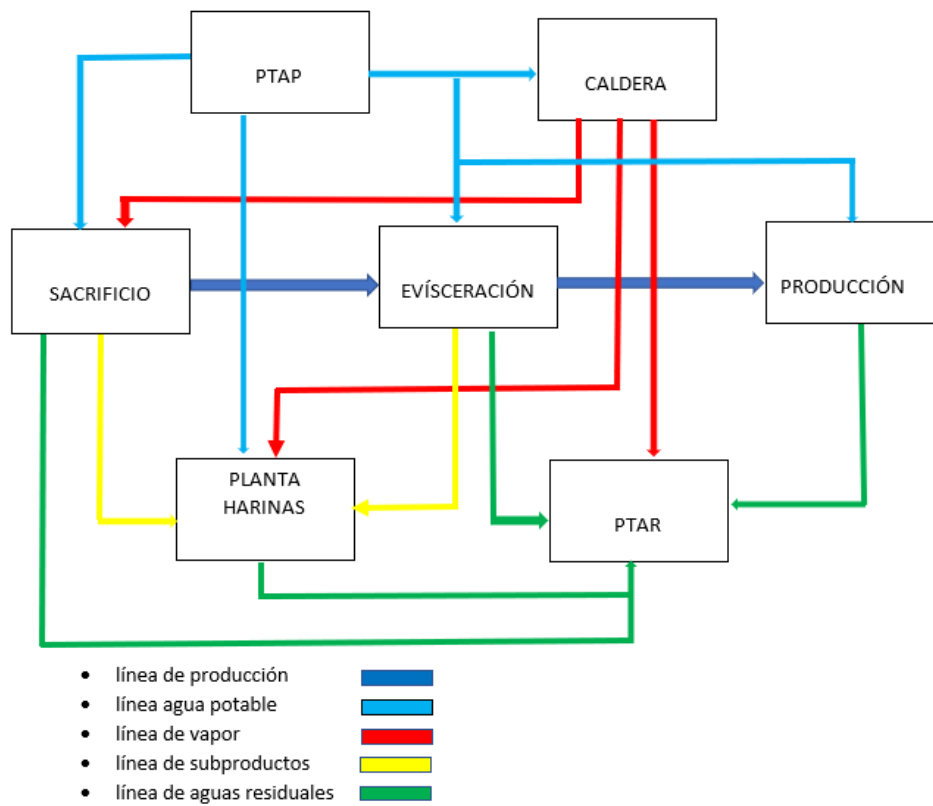


Ilustración 2. Proceso esquemático de la planta AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.

La empresa AVIDESA DE OCCIDENTE S.A. cuenta con la estructura de mantenimiento electromecánico mostrada en la ilustración 3.



Ilustración 3. Organigrama de estructura de mantenimiento electromecánico de la planta AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.

3. BUENAS PRACTICAS

Desde el área de mantenimiento RCM al realizar el estudio de causa raíz en las máquinas que más presentan gastos de mantenimiento correctivo por falla en elementos de rodadura, se encontró que esto se debía en gran parte a las malas prácticas de mantenimiento, lo que indicó la necesidad de desarrollar instructivos de buenas prácticas de mantenimiento. De acuerdo con la metodología planteada en el numeral **0.6**, se desarrollaron las siguientes actividades, teniendo en cuenta los objetivos con los que se pretende caracterizar el problema hallado:

3.1.Recopilación:

En el acompañamiento de los mantenimientos se encontraron las siguientes fallas en los elementos rodantes de las maquinas:

3.2.Mantenimiento 1. Maquina peladora de cuerpos CANTRELL

Al realizar el análisis de causa raíz en los rodamientos de los bocines de la peladora de cuerpos CANTRELL se encuentra la falla de la pista externa, mostrada en la ilustración 4:



Ilustración 4. Mantenimiento 1 Rodamiento 6304

Al analizar la pista externa del rodamiento de la ilustración 4, y al compararla con lo indicado en el catálogo de FAG [2] (ilustración 5), se analiza que se corresponde con la falla **Carga radial-axial combinada de un rodamiento rígido de bolas** tipo de falla 27.

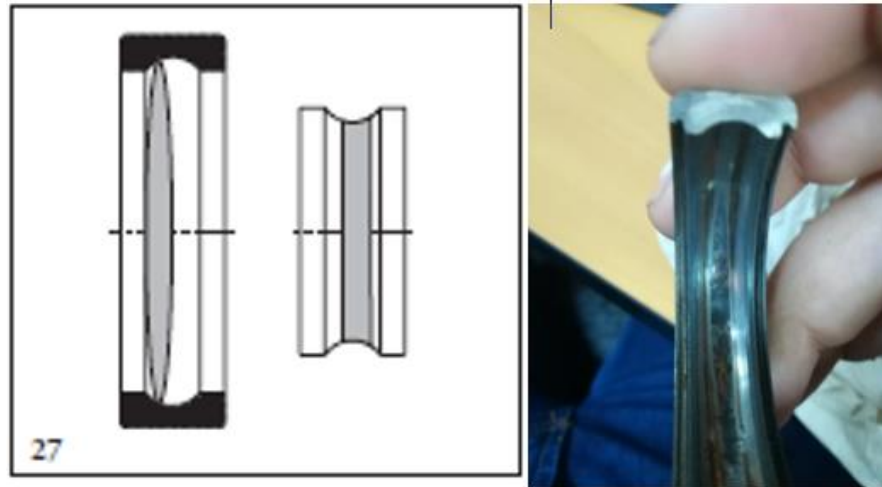


Ilustración 5. Falla 27 Carga radial-axial combinada de un rodamiento rígido de bolas FAG [2]

Este tipo de falla de acuerdo con el catálogo de FAG [2], se presenta por:

- Excesivo ajuste de interferencia en el eje/alojamiento
- Carga combinada radial-axial en un rodamiento rígido de bolas. En el aro interior (carga circunferencial) se forma una huella de rodadura de anchura uniforme a lo largo de todo el perímetro del camino de rodadura. En el aro exterior (carga puntual) la huella de rodadura es más ancha en la zona sometida a carga radial que en el resto del perímetro

3.3.Mantenimiento 2. Maquina peladora de cuerpos CANTRELL

En un segundo mantenimiento a los bocines de la peladora de cuerpos CANTRELL se encontró la falla de la pista externa mostrada en la ilustración 6:



Ilustración 6. Mantenimiento 2. Rodamiento 6304

Al analizar la pista externa del rodamiento de la ilustración 6., y al compararla con lo indicado en el catálogo de FAG [2] (ilustración 7.), se analiza que se corresponde con la falla **Cojinetes desalineados** tipo de falla 28.

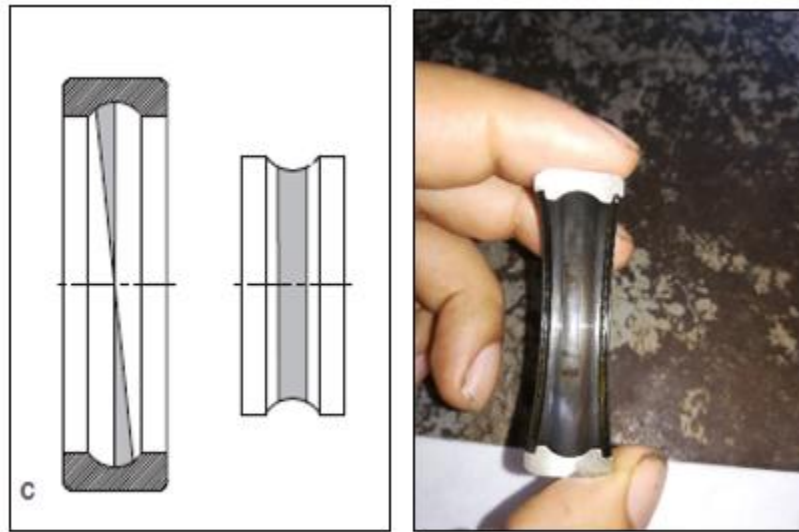


Ilustración 7. Falla 38 Cojinetes desalineados FAG [2]

Acorde con el catálogo de fallas de rodamientos FAG [2] tipo de falla 38 las causas probables son:

- Rodamiento desalineado: Apoyo inadecuado de los rodamientos durante el montaje.
- Rodamiento precargado: Ajuste radial excesivo en bocines y ejes
- Contaminación: Los retenes se desplazan por la saturación con grasa; el desgaste de los bujes de acero inoxidable permite el ingreso de partículas al alojamiento de los rodamientos.

3.4. Mantenimiento 3. Maquina Tridecanter

Dentro del mantenimiento predictivo se realizó la inspección de equipos con analizador de vibraciones **CSI-2120 A**, marca **Emerson**. El cual arrojó falla en la jaula del rodamiento como se muestra en la ilustración 8., el rodamiento NU 217 fue reemplazado 15 días después de su montaje, debido a las malas prácticas de mantenimiento.



Ilustración 8. Mantenimiento Tridecanter, rodamiento NU 217

Debido a los resultados que arrojó el analizador de vibraciones se procede a realizar el mantenimiento del equipo donde se encontró el rodamiento con golpes en la jaula interna debido al mal montaje de este, en concordancia con los catálogos se elaboraron los instructivos de buenas prácticas de mantenimiento en el numeral **3.5**.

3.5. Elaboración de protocolos de buenas practicas

3.5.1. Instructivos de Instalación de Rodamientos

En el marco de las buenas prácticas de mantenimiento y de acuerdo con la información recopilada y los análisis efectuados, se desarrollaron los siguientes instructivos:

- **PASO A PASO DE INSTALACION DE RODAMIENTOS CON EL INDUCTOR**
- **PASO A PASO PARA LA INSTALACIÓN DE RODAMIENTOS CON EL KIT PARA MONTAJE DE RODAMIENTOS**
- **PASO A PASO PARA LA INSTALACIÓN DE RODAMIENTOS CON PRENSA**

3.5.1.1.PASÓ A PASO DE INSTALACION DE RODAMIENTOS CON EL INDUCTOR

HERRAMIENTAS:

En la tabla 1. Se encuentran las herramientas necesarias para la instalación de rodamientos con el inductor

CANTIDAD	HERRAMIENTA
1	Inductor
1	Kit de instalación de rodamientos
1	Pieza de apoyo (material rígido)
1	Martillo
1	Paño seco

Tabla 1. Herramientas

MATERIAL:

En la tabla 2. Se encuentran los materiales para la instalación

CANTIDAD	MATERIAL
1	Pasta de montaje (lubricante)
1	Rodamiento (nuevo)

Tabla 2. Materiales

PASÓ A PASO PARA LA INSTALACIÓN DE RODAMIENTOS CON EL INDUCTOR:

IMPORTANTE:

- USAR LOS GUANTES DE PROTECCIÓN CONTRA LA ALTA TEMPERATURA QUE GENERA EL INDUCTOR
- EL INDUCTOR ES USADO PARA RODAMIENTOS EN EJES

4. **Limpieza de su zona de trabajo:** asegure que la zona donde va a instalar el rodamiento se encuentre libre de polvo, grasas usadas y partículas que puedan entrar al rodamiento al momento de instalarlo como se muestra en la ilustración 9.



Ilustración 9. Zona de trabajo limpia

5. **Prepare las piezas y herramientas necesarias para el montaje:** tenga a la mano y limpias las herramientas necesarias para el montaje del rodamiento.
6. **El rodamiento “CORRECTO”:** Al momento de reemplazar el rodamiento debe cerciorarse que sea la misma denominación del rodamiento como lo muestra la ilustración 10.



Rodamiento viejo



Rodamiento nuevo

Ilustración 10. Comparación de rodamiento viejo y rodamiento nuevo

7. **Limpieza durante el montaje:** Los rodamientos deben protegerse contra suciedad y humedad, ya que incluso las partículas más pequeñas que penetren en el rodamiento deterioran las superficies de rodadura. Por esta razón el eje y el alojamiento ha de permanecer limpio y seco

8. Alistamiento del equipo: para el alistamiento del inductor siga los siguientes pasos

La temperatura a la cual debe calentarse el rodamiento, se obtiene del ilustración 11. Para ingresar a la gráfica debe tener el diámetro interno del rodamiento y el tipo de ajuste del rodamiento (la mayoría de los ajustes usados en planta son “m6”)

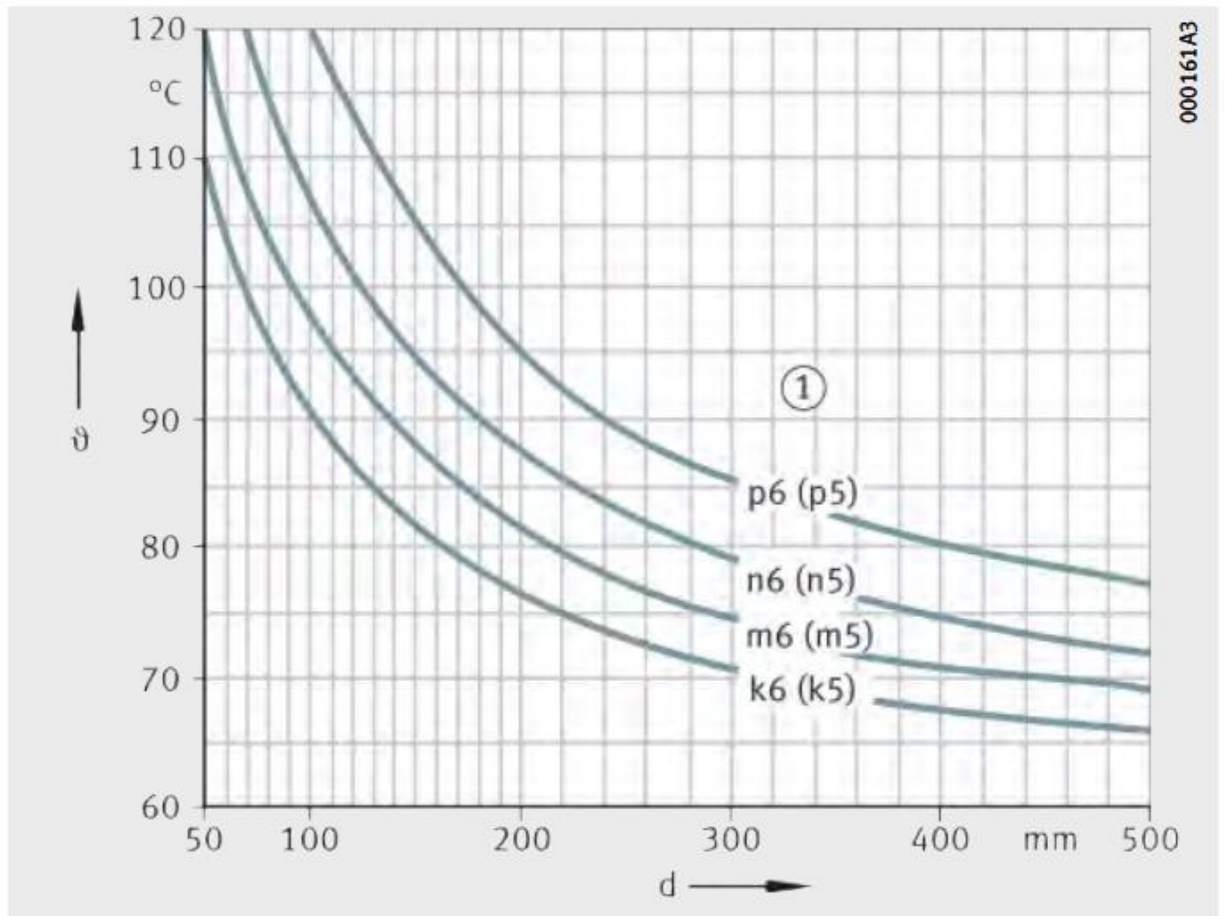


Ilustración 11. Sacada del manual de montaje de schaeffler [4]

EJEMPLO: para hallar la temperatura a la cual se debe calentar un rodamiento 6312 con un ajuste m6

Entramos a la gráfica con el diámetro interno del rodamiento que son 60 mm trazamos una línea vertical y donde se nos cruce con la curva del ajuste, en el eje vertical encontraremos la temperatura como lo muestra el ilustración 12.

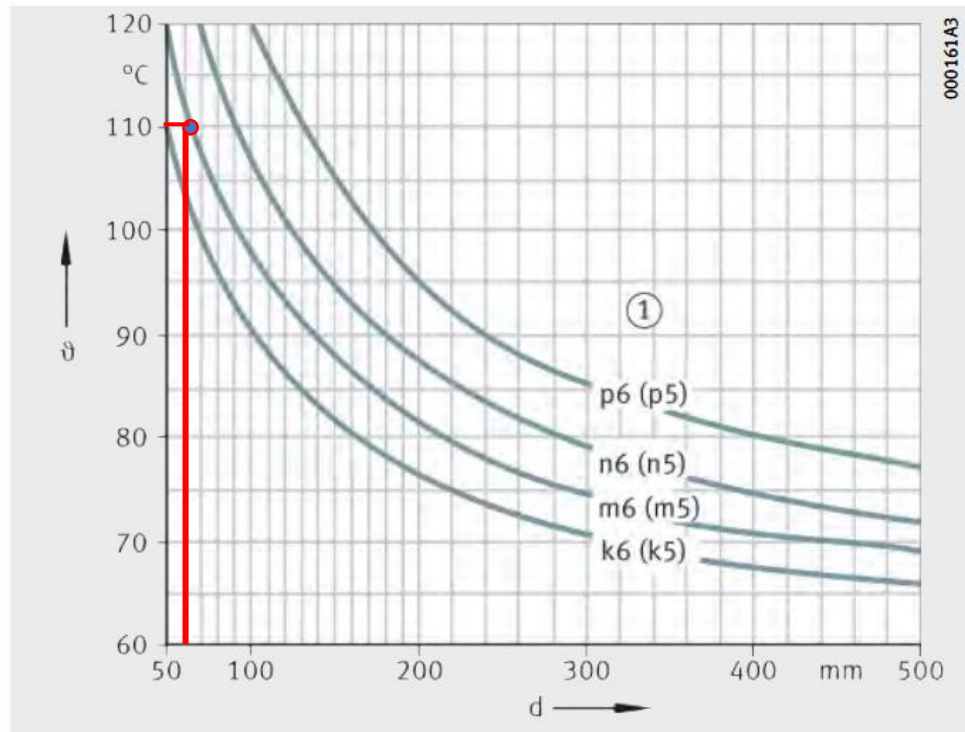


Ilustración 12. Ejemplo

En este caso para un diámetro interno de 60 mm nos da una temperatura de 112°C

Los rodamientos con jaulas de poliamida reforzada con fibra de vidrio y rodamientos obturados o engrasados pueden calentarse hasta una temperatura máxima de 80°C durante el montaje

9. Seleccione uno de los vástagos de acuerdo con el diámetro del rodamiento como lo muestra la ilustración 13. Para una mejor transferencia de calor.



Ilustración 13. Vástago con rodamiento

10. Aplique vaselina en los puntos de contacto del vástago con los ejes del inductor para mejorar el contacto entre ellos como se muestra en la ilustración 14.



Ilustración 14. Aplicar vaselina

11. Seleccione la temperatura a la cual va a llegar el rodamiento manipulando el botón con símbolo de termómetro y aumente o disminuya la temperatura según sea el caso.
12. Instale el rodamiento en el vástago y ponga el sensor de temperatura. Es muy importante ponerlo en la pista interna del rodamiento tal como lo muestra la ilustración 15.



Ilustración 15. Sensor de temperatura al rodamiento

13. Inicie el inductor
14. El indicará cuando esté listo el rodamiento

15. Retire el rodamiento con los guantes de protección e inmediatamente colóquelo en el eje. Usando los guantes de protección contra altas temperatura como lo muestra la ilustración 16.

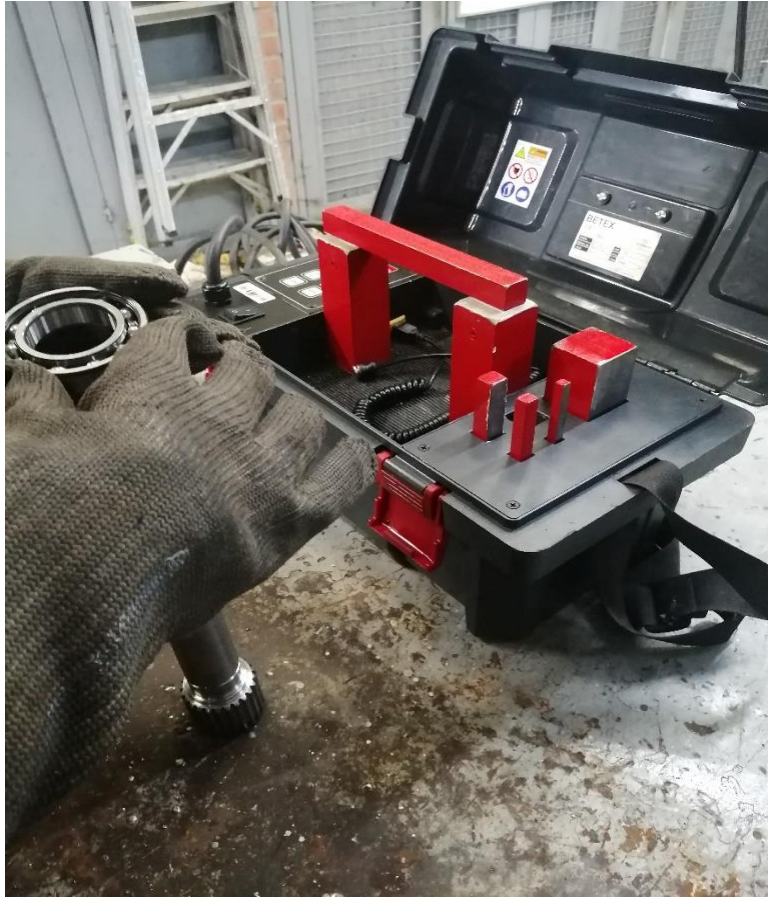


Ilustración 16. Instalar rodamiento

16. En caso de que el rodamiento no ingrese completamente acérquelo con el kit de instalación de rodamientos
17. Espere que el rodamiento tome la temperatura ambiente y asegúrese que gire libremente

3.5.1.2. PASO A PASO PARA LA INSTALACIÓN DE RODAMIENTOS CON EL KIT PARA INSTALAR RODAMIENTOS

HERRAMIENTAS:

En la tabla 3. Se encuentran las herramientas necesarias para la instalación de rodamientos con el inductor

CANTIDAD	HERRAMIENTA
1	Kit de montaje de rodamientos
1	Pieza de apoyo (material rígido)
1	Martillo
1	Paño seco

Tabla 3. Herramientas

MATERIAL:

En la tabla 4. Se encuentran los materiales para la instalación

CANTIDAD	MATERIAL
1	Pasta de montaje (lubricante)
1	Rodamiento (nuevo)

Tabla 4. Materiales

PASO A PASO PARA LA INSTALACIÓN DE RODAMIENTOS CON EL KIT PARA MONTAJE RODAMIENTO:

1. **Limpieza de su zona de trabajo:** asegure que la zona donde va a instalar el rodamiento se encuentre libre de polvo, grasas usadas y partículas que puedan entrar al rodamiento al momento de instalarlo como se muestra en la ilustración 17.



Ilustración 17. Zona de trabajo limpia

2. **Prepare las piezas y herramientas necesarias para el montaje:** tenga a la mano y limpie las herramientas necesarias para el montaje del rodamiento.
3. **El rodamiento “CORRECTO”:** Al momento de reemplazar el rodamiento debe cerciorarse que sea la misma denominación del rodamiento como lo muestra la ilustración 18.



Rodamiento viejo

Rodamiento nuevo

Ilustración 18. Comparación de rodamiento viejo y rodamiento nuevo

4. **Limpieza durante el montaje:** Los rodamientos deben protegerse contra suciedad y humedad, ya que incluso las partículas más pequeñas que penetren en el rodamiento deterioran las superficies de rodadura. Por esta razón el eje y el alojamiento ha de permanecer limpio y seco.

5. Prepare el “kit de montaje de rodamientos”: para la preparación del kit de impactos tenga en cuenta lo siguiente.
 - Seleccione adecuadamente el buje para impactar el rodamiento, para esto de acuerdo con la referencia del rodamiento vea la tabla, hay encontrara el número de buje adecuado que debe usar para ese rodamiento

Ejemplo:

Si tiene un rodamiento cuya referencia sea 6404, vamos a la tabla y miramos la última columna de acuerdo con esta columna el buje adecuado es el 25-62 como lo muestra la ilustración 19.

All ISO bearing codes ending with	Example	Small	Medium	Large	Extra Large	
000	6000	S				10-36
200	2200	S				10-36
300	7300	S				10-35
001	6001	S				12-28
201	3201	S				12-32
301	7301	S				12-37
002	6002	S				15-32
202	2202	S				15-35
302	3302	S				15-42
003	16003	S				17-35
203	7203	S				17-40
303	2303	S				17-47
403	6403		M			20-52
004	7004		M			20-42
204	3204		M			20-47
304	2304		M			20-52
404	6404		M			25-62
005	7005		M			25-52
205	22205		M			25-52
305	3305		M			30-72
405	6405		M			30-55
006	6006		M			30-62
206	NU 206		M			30-72
306	7306		M			35-80
406	6406					35-62
007	7007					35-72
207	22207					35-80
307	1307					40-90
407	NJ 407					40-68
008	6008					40-80
208	2208					40-90
308	7308					45-100
408	6408					45-75
009	7009					45-85
209	6209					45-100
309	N 309					50-110
409	6409					50-80

Ilustración 19. Ejemplo de selección de buje

6. **Preparación para la instalación:** Coloque el eje o el alojamiento en una superficie uniforme y plana, para que sea cómodo la instalación.
7. **Retire el rodamiento de su empaque:** Esto sí y solo sí está completamente listo para su instalación

8. Instalación:

- Acerque el rodamiento al eje o el alojamiento, garantizando que el eje entre uniformemente como lo muestra la ilustración 20.



Ilustración 20. Acercar rodamiento

- Acerque el **kit de montaje de rodamientos**: garantizando que este quede completamente vertical como lo muestra la ilustración 21.



Ilustración 21. Acercamiento el kit de instalación de rodamiento

- **Importante con el mazo de goma**, dar golpes firmes, de forma que la fuerza se trasmita de forma axial y distribuida correctamente por todo el rodamiento (si el paso anterior está mal ejecutado se dañara el rodamiento). La operación se efectúa hasta que el rodamiento llegue al apoyo, tal como lo muestra la ilustración 22. Bajo ninguna circunstancia no dar golpes directamente al rodamiento.



Ilustración 22. Montaje de rodamiento

Importante

Si el rodamiento no ingresa no le de golpes que puedan dañar el rodamiento y mejor intente por otro método

3.5.1.3. PASO A PASO PARA LA INSTALACIÓN DE RODAMIENTOS CON PRENSA

HERRAMIENTAS:

En la tabla 5. Se encuentran las herramientas necesarias para la instalación de rodamientos con el inductor

CANTIDAD	HERRAMIENTA
1	Prensa (condiciones óptimas)
1	Kit de impactos
1	Pieza de apoyo (material rígido)
1	Martillo
1	Paño seco

Tabla 5. Herramientas

MATERIAL:

En la tabla 6. Se encuentran los materiales para la instalación

CANTIDAD	MATERIAL
1	Pasta de montaje (lubricante)
1	Rodamiento (nuevo)

Tabla 6. Materiales

PASO A PASO PARA LA INSTALACIÓN DE RODAMIENTOS LA PRENSA:

1. **Limpieza de su zona de trabajo:** asegure que la zona donde va a instalar el rodamiento se encuentre libre de polvo, grasas usadas y partículas que puedan entrar al rodamiento al momento de instalarlo como se muestra en la ilustración 23.



Ilustración 23. Zona limpia de trabajo

2. **Prepare las piezas y herramientas necesarias para el montaje:** tenga a la mano y limpie las herramientas necesarias para el montaje del rodamiento.
3. **El rodamiento “CORRECTO”:** Al momento de reemplazar el rodamiento debe cerciorarse que sea la misma denominación del rodamiento como lo muestra la ilustración 24.



Rodamiento viejo



Rodamiento nuevo

Ilustración 24. Comparación de rodamiento viejo y rodamiento nuevo

4. **Limpieza durante el montaje:** Los rodamientos deben protegerse contra suciedad y humedad, ya que incluso las partículas más pequeñas que penetren en el rodamiento deterioran las superficies de rodadura. Por esta razón el eje y el alojamiento ha de permanecer limpio y seco.
5. **Acerque el rodamiento:** usando el instructivo para instalar rodamiento con el kit para montaje de rodamientos numeral **2.2.1.2.** acerque el rodamiento como lo muestra la ilustración 25.



Ilustración 25. Acercar Rodamiento

6. **Apoyo correcto:** utilice un material rígido para apoyar el rodamiento mientras le ejerce fuerza con la prensa como se muestra en la ilustración 26.



Ilustración 26. Apoyo correcto

7. **Instalación:** después de tener el rodamiento correctamente apoyado proceda a llevar el rodamiento hasta su lugar final con la prensa sin sobrecargarlo.
8. **Quite la presión:** inmediatamente después de que el rodamiento llegue a su lugar final quite la presión de la prensa ya que esto puede sobrecargar el rodamiento
9. **Verificación:** verificar que el rodamiento gire libremente

3.6. Como seleccionar adecuadamente el método para el montaje de rodamientos

Para la selección adecuada del método para el montaje del rodamiento se tiene que tener como criterio el tipo de ajuste.

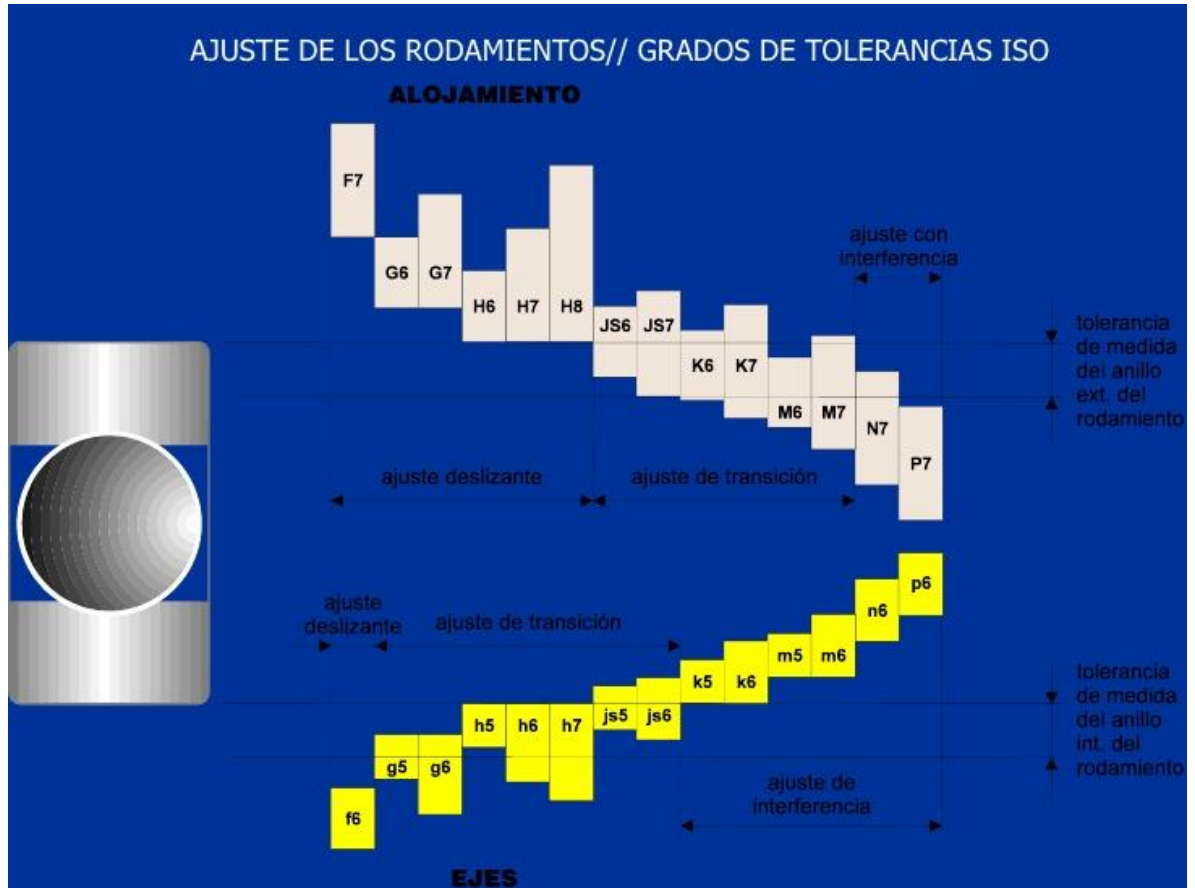


Ilustración 27. Ajuste de rodamiento

De acuerdo con la ilustración 27. Se define la tabla 7. Para aplicar una correcta selección del método para el montaje de rodamientos.

AJUSTE	METODO
Ajuste deslizante (F, G , H)	la instalación de rodamientos con el kit para montaje de rodamientos
Ajuste de transición (JS, JS, K, M)	la instalación de rodamientos con prensa
Ajuste de interferencia (N, P)	la instalación de rodamientos con el inductor

Tabla 7. Método de montaje de rodamiento de acuerdo al tipo de ajuste

3.7. Mapa de lubricación

La lubricación es una de las principales causas de averías mecánicas en plantas industriales. Entre los problemas que podemos encontrar está el desgaste en piezas en contacto por falta de lubricación, el exceso de temperatura en medio del funcionamiento por exceso de lubricación y el uso de lubricante inadecuado, así como su contaminación.

Con el objetivo de optimizar los procesos de lubricación de la planta, se deben tomar acciones que permitan aumentar la confiabilidad en la lubricación y por ende la disponibilidad de los equipos. De acuerdo con lo anterior, se identifican la siguiente oportunidad de mejora:

- Elaboración de mapas lubricación

En colaboración con el coordinador de lubricación se realizan los mapas de lubricación de las áreas de la planta como se muestra en la ilustración 28.

Mapa de Lubricación Avidesa de Occidente

Planta
Beneficio

Área
Eviscerado



Mac Pollo®
No. 1 en Colombia

Denominación equipo	
RETENEDORA_GRASAS_MEYN	
Núm Inventario	0
Equipo Sap	100016874





Descripción punto de lubricación	Actividad	Frecuencia	Código lubricante	Lubricante	Cantidad lubricant	Observaciones	Lis	Foto detallada
Rodamiento 33014	Lubricación con Grasa	Semanal	30264	JAX HALOGUARD FG-PM	15 B	Lubricar lentamente con el equipo apagado y bloqueado, dejar la zona limpia. Cada rueda tiene dos rodamientos 33014.		
EJE CENTRAL	Lubricación con Grasa	Semanal	30264	JAX HALOGUARD FG-PM	10 B	Lubricar lentamente con el equipo apagado y bloqueado, dejar la zona limpia.		
Rodamiento 33014	Lubricación con Grasa	Semanal	30264	JAX HALOGUARD FG-PM	10 B	Lubricar lentamente con el equipo apagado y bloqueado, dejar la zona limpia. El punto lubrica los dos rodamientos 33014 superiores del eje principal.		
Brida de Bronce	Lubricación con Grasa	Semanal	30264	JAX HALOGUARD FG-PM	10 B	Lubricar lentamente con el equipo apagado y bloqueado, dejar la zona limpia. El punto a lubricar es la brida de bronce de la rueda matriz.		

Ilustración 28. Mapas de lubricación

3.8. Ejecución

Con el acompañamiento del área de RCM se prepararon y ejecutaron jornadas de capacitación al personal en buenas prácticas de mantenimiento aplicando los protocolos del numeral **3.5.1**. El personal fue receptivo y mostraron recomendaciones a estos protocolos.

Dadas las limitaciones de tiempo de ejecución de la práctica, y a que la realimentación de las bondades de aplicación los nuevos instructivos y de la ruta de lubricación, no se alcanza a observar en un período de tiempo tan corto, no fue posible informar sobre rendimientos y mejorías obtenidas con el proceso implementado con el presente proyecto.

A continuación se presenta un ejemplo de la implementación de los protocolos de buenas prácticas en el mantenimiento del **tridecanter**.

3.8.1. Mantenimiento Tridecanter.

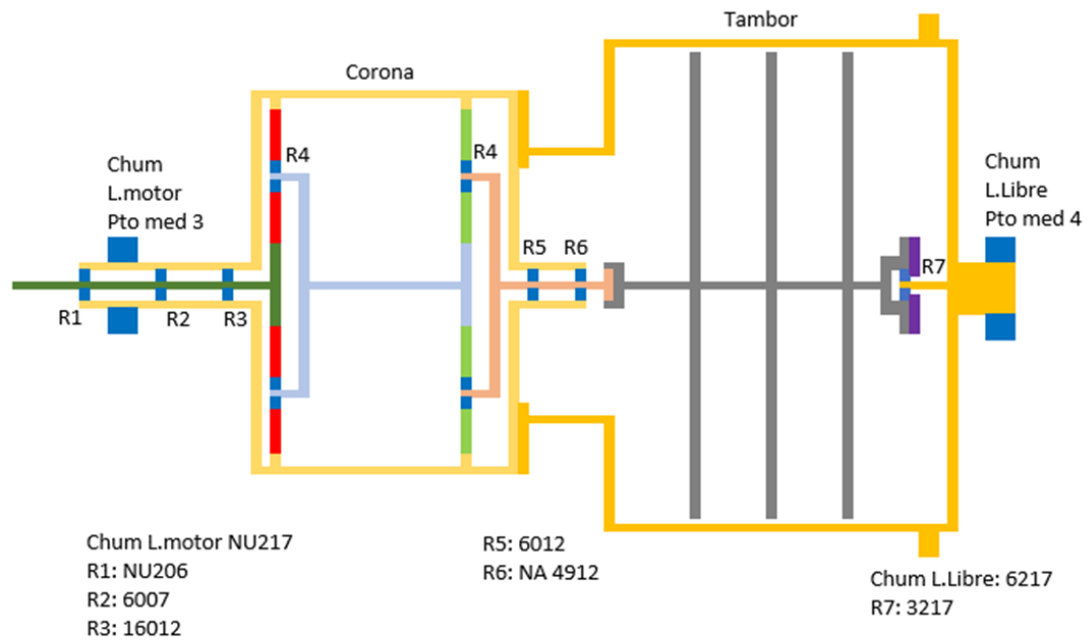
El tridecanter de la ilustración 29. Es la encargada de tratar las aguas residuales de la planta, esta actúa por acción centrifuga separando el agua, el aceite y residuos sólidos que provienen de la planta

El mantenimiento Tridecanter es una buena aplicación de las buenas prácticas de mantenimiento ya que cuenta con 8 rodamientos



Ilustración 29. Tridecanter

En la ilustración 30. Se puede observar el diagrama esquemático del Tridecanter



R4, espacio entre engranaje y porta planeta lleno con rodillo de agujas, no rodamientos

Ilustración 30. Diagrama esquemático del Tridecanter

Se aplicaron las buenas prácticas en el mantenimiento siguiendo los instructivos del literal 2.2.1.

- En la ilustración 31. Esta el montaje del rodamiento 6012 con el kit de impactos de acuerdo con el protocolo de buenas prácticas.

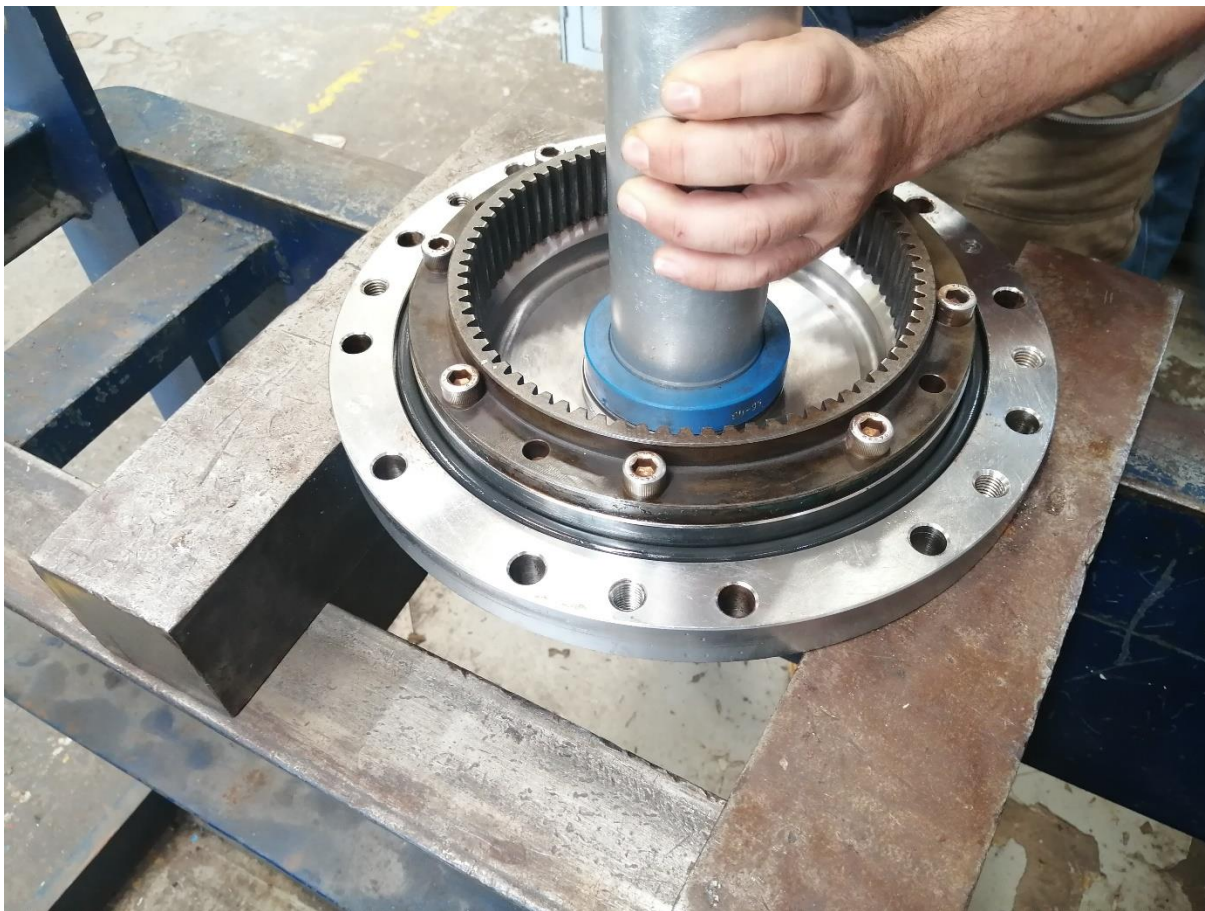


Ilustración 31. Montaje del rodamiento con el kit para instalar rodamientos

- En la ilustración 32. Esta el montaje del rodamiento NU 206 con el inductor de acuerdo con el protocolo de buenas prácticas.



Ilustración 32. Montaje de rodamientos con el inductor

- En la ilustración 33. Esta el montaje del rodamiento NA 4912 con la prensa hidráulica de acuerdo con el protocolo de buenas prácticas.



Ilustración 33. Montaje de rodamiento con prensa hidráulica

4. CONCLUSIONES

Una vez concluida la práctica, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se documentó el acompañamiento en los mantenimientos de los equipos, se resaltaron los hallazgos que estaban relacionados con prácticas que puedan afectar la vida útil de los rodamientos.
- Se elaboró instructivos para el montaje de elementos rodantes, en equipos que son intervenidos en el taller.
- Se realizó el acompañamiento en las técnicas (análisis de aceite, análisis de vibraciones mecánicas, termografía y pruebas dinámicas y estáticas en motores eléctricos) que se desarrollan en el área de mantenimiento predictivo, para el reconocimiento y evolución en la condición de operación de los equipos.
- Se elaboraron formatos de inspección para validar la condición operativa de los equipos.
- Se efectuaron capacitaciones al personal mecánico de la planta, sobre buenas prácticas en la instalación y montaje de los rodamientos.
- Se elaboraron e implementaron protocolos de buenas prácticas de mantenimiento para los equipos específicos de la empresa AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.
- En la planta se disponía de herramientas apropiadas para montar/desmontar los rodamientos, pero los mecánicos por falta de capacitación o por costumbre utilizaban métodos no muy técnicos. Se capacitó al personal y se les motivó para continuar aplicando los protocolos desarrollados, con las herramientas y equipos disponibles en planta.

5. RECOMENDACIONES

Una vez terminado el presente proyecto se recomienda:

- Continuar con la implementación de los protocolos
- Efectuar análisis comparativos del desempeño de las máquinas/equipos entre el antes y el después de la implementación de los protocolos desarrollados.
- Continuar el proceso de capacitación al personal, enfatizando sobre lo importante que es para las máquinas hacer un buen mantenimiento
- Garantizar las herramientas necesarias y en adecuadas condiciones para mejorar las prácticas de mantenimiento
- Efectuar un seguimiento a la implementación de estos protocolos

6. BIBLIOGRAFIA

- Organismo Internacional de Normalización (ISO). Sistema ISO de tolerancias y ajustes. NTC-ISO 286-1:2011.Colombia.2011. [1]
- FAG Sales Europe GmbH. Averías de los rodamientos FAG. N. ° publ. WL 82 102/2 SB. Barcelona. 2002. [2]
- Ingeniería del mantenimiento. PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM. <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>.24 de noviembre 2020. [3]
- Schaeffler Iberia, S.L.U. Manual de montaje SCHAEFFLER. MATNR 087284383-0000/MH 1/01/ES-E. Barcelona.2018. [4]